

# 基于公共健康风险感知的城市广场更新策略研究\*

Urban Plaza Renewal Strategy Based on Public Health Risk Perception

张尚坤 林晓玲 陈崇贤\*

ZHANG Shang-kun, LIN Xiao-ling, CHEN Chong-xian\*

**摘要:** 在全球公共卫生传染性事件频发背景下, 广场空间既要满足人们的休闲娱乐需求, 又要兼顾预防公共健康风险的要求。基于图像数据, 通过机器视觉识别以及图像评分的方式探究海珠广场环境要素对公共健康传染性风险感知的影响。结果表明, 道路、人行道、建筑、栅栏、地形和人是影响公共健康风险感知的重要环境要素。其中, 道路、人行道、建筑、栅栏和人与可控性风险感知呈显著负相关, 与易染性和恐慌性风险感知呈显著正相关。地形与可控性风险感知呈显著正相关。基于此, 提出更新策略: 提升绿色空间品质, 构建疗愈性户外环境; 优化空间布局, 营造弹性化的城市广场空间; 优化人流量管理, 发挥城市广场公共健康效应。

**关键词:** 城市广场; 风险感知; 环境要素; 公共健康风险

**中图分类号:** TU986

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2641 (2023) 03-0056-06

**收稿日期:** 2023-01-16

**修回日期:** 2023-05-12

**Abstract:** In the context of frequent global public health events, the plaza space should not only meet people's leisure and entertainment needs, but also take into account the prevention of public health risks. This study explores the impact of environmental elements of Haizhu Square on the perception of public health risk through machine vision recognition and image scoring, based on image data. The results show that roads, sidewalks, buildings, fences, terrain and people are important environmental elements that affected public health risk perception. Among them, roads, sidewalks, buildings, fences and people are significantly negatively associated with controllability risk perceptions, but positively associated with susceptibility and panic risk perceptions. Terrain is positively correlated with controllability risk perception. Based on the above, the optimization strategies are proposed: improve the quality of green space to build a healing outdoor environment, optimize the spatial layout to create a flexible urban plaza space, and promote the management of pedestrian flow to bring into play the public health effect of urban plazas.

**Key words:** Urban plaza; Risk perception; Environmental elements; Public health risk

近年来, 埃博拉病毒和新冠病毒等传染病疫情大规模爆发, 全球公共健康面临着极大挑战, 居民身心健康以及日常生活受到严重影响。与其他建成环境相比, 城市广场作为重要的城市公共空间之一, 承载着人流集散、交通、休闲、娱乐等多重功能, 在预防公共健康风险方面面临着更大的压力。准确的风险感知可以促进人们及时进行行为改变, 降低新冠病毒等传染病的感染概率, 从而缓解公共卫生危机。因此, 基于公共健康风险感知探索城市广场的更新策略, 了解环境要素与风险感知之间的关系, 对寻求建设有利于

管理公共健康风险的城市环境的城市设计师具有实际意义。

## 1 研究进展

风险感知是指个体对外界的特定风险事物或特征的认识、感受与理解, 强调主观的感知与直接的判断所产生的经验对认知的影响<sup>[1]</sup>。主观风险感知作为触发预防措施的关键因素, 有利于公众提前识别潜在的风险, 并显著影响人们预防和应对风险的能力<sup>[2]</sup>。在研究内容上, 以往的研究主要聚焦于疾病健康风险、环境风险以及社会安全等领域<sup>[1, 3-4]</sup>。

随着城市化发展, 人类与城市环境之间的矛盾日益加剧, 许多学者开始关注城市环境特征对风险感知的影响。已有研究发现照明、可达性和绿化等城市建成环境特征与犯罪风险感知<sup>[5]</sup>、交通风险感知<sup>[6]</sup>等密切相关, 并主张通过优化微观环境、改善城市空间等方式来预防犯罪等威胁社会安全的行为, 从而提升环境安全感<sup>[7-8]</sup>。近年来, 随着埃博拉病毒、新冠病毒疫情和流感病毒等突发公共卫生事件的大规模爆发, 也有学者开始关注城市建成环境与公共健康风险之间的关系。了解公众对新冠病毒等疫情传染的风险感知有

\*项目支持: 广州市科技计划项目(编号 202201010046); 国家自然科学基金(编号 51808229)

助于风险沟通,从而应对公共健康风险,进而提升公众身心健康水平。已有研究探讨了人口密度、建筑密度、兴趣点(POI)、湿度、温度和日照等建成环境特征与疫情传染之间的关联<sup>[9]</sup>。此外,一些研究基于空间邻近性、社区可步行性等,探讨了疫情期间人们在休闲活动中的风险感知差异<sup>[10-11]</sup>,进一步阐明了城市规划设计在应对公共健康风险方面的重要性。然而,鲜有研究关注城市广场等公共空间的环境视觉特征与公共健康风险感知之间的空间关联性,并基于结论提出针对性的更新改造策略。

在风险感知测量方面,以往的研究主要采用包括现场访问、问卷调查和访谈在内的调查方式。例如,多维风险感知问卷和风险感知量表已被用于测量疾病健康风险感知和环境健康风险感知<sup>[12]</sup>。随着电子技术的发展,相关研究开始使用可穿戴传感器设备来获取生理反应,以评估风险感知<sup>[13]</sup>。然而,这些传统测量方法存在耗时、耗力且花费可能相当昂贵的弊端。随着数字化技术深入发展,相关研究基于谷歌、腾讯等互联网地图服务提供商<sup>[14-15]</sup>或相机拍摄<sup>[16-17]</sup>等方式获取街景图像数据,利用机器学习技术提取并分析街景图像特征,探索城市环境特征和人类感知之间的关联。但这种研究方法在风险感知探究领域的应用仍较少,特别是对公共健康传染病风险感知的研究。

因此,本研究以广州市海珠广场为例,结合全景图像数据及机器视觉识别方法,探究环境要素与公共健康传染病风险感知之间的关系,以为建设有效应对突发公共卫生事件的都市健康人居环境提供参考。

## 2 研究方法

### 2.1 研究框架

研究分为数据收集、数据分析、结果分析以及设计策略提出4个步

骤(图1)。首先,收集全景图像数据和公共健康传染病风险感知得分。然后,利用计算机视觉识别技术、SPSS软件以及QGIS软件对获取的数据进行分析。最后,基于分析讨论结果,提出基于公共健康风险感知的广州海珠广场景观优化策略。

### 2.2 数据收集

海珠广场不仅是广州市老城区中心轴线与滨江景观带的交点,而且是地铁二号线和六号线的交汇处,承载着重要的交通、休闲、娱乐功能,其总面积为4.14 km<sup>2</sup>(图2)。

#### 2.2.1 环境要素数据获取

本研究通过全景相机(Insta360

ONE X2)现场拍摄的方式获取海珠广场全景图像以及WGS 84地理坐标,以此作为研究数据。在数据收集过程中,采取间距5 m的距离采样方法选择观测点,相机高度保持在1.6~1.65 m以模仿行人的水平视觉。在全景图像数据基础上,利用Insta360 Studio软件对图像格式进行转换,并使用Python 3.8.10中的py360convert包进行图像视角转换。最终,在海珠广场范围内共计获取全景图像55张作为进一步分析的数据基础,每张图像分辨率为6 080×3 040。

基于Cityscapes数据集,本研究利用PSPNet对所获取的街景图像数

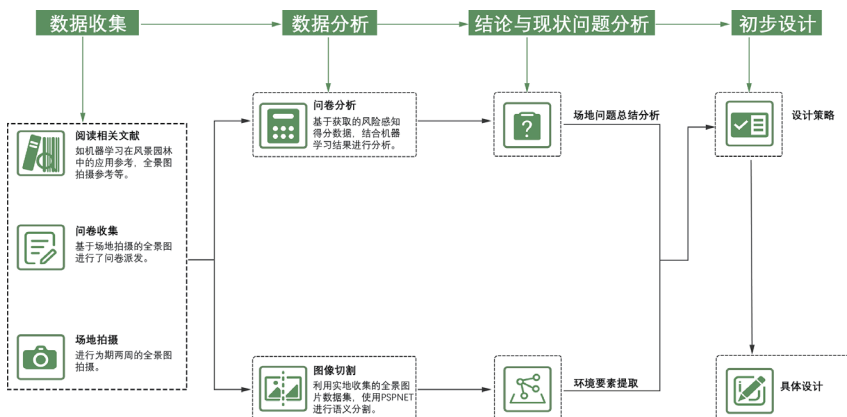


图1 研究框架



图2 海珠广场现状



据进行语义分割，以提取图像中天空、植被、建筑物等要素的百分比。Cityscapes是一个广泛应用的要素识别开源数据集，可充分捕获现实景观的复杂性，并训练及测试像素级和实例级语义标签处理<sup>[18]</sup>。PSPNet是一种基于深度卷积神经网络的场景解析模型，可识别城市景观中的19类物体，准确率为80.2%<sup>[19]</sup>。结合本文所选择的场地空间特色，在要素识别阶段共对包含植被、人行道、道路、地形、天空、墙、建筑物、人、栅栏、杆子、自行车、骑行者、摩托车以及汽车等在内的19项要素进行识别(图3)。

### 2.2.2 公共健康传染病风险感知得分

为了解海珠广场环境对居民的公共健康传染病风险感知的影响，本研究利用在线网络平台设计风险感知问卷，以获取风险感知得分数据。问卷内容主要包括两部分：一是调查对象的人口统计学特征，包括性别、年龄、教育经历及身体状况等概况；二是通过观看场地全景图像，对公共健康传染病风险感知进行评分。基于已有研究成果，本文选取“易染性”和“恐慌性”作为消极风险感知评价指标，“可控性”作为积极风险感知评价指标，并设置对应评价项：在这个环境里，“觉得自身容易感染新冠病

毒等传染病”“觉得新冠病毒等传染病疫情的传播很难得到控制”“担心自己会感染上新冠病毒等传染病”。评分采用李克特量表分级标准，设立分值1~5共5个评分梯度(1分表示“非常不同意”，2分表示“不同意”，3分表示“一般”，4分表示“同意”，5分表示“非常同意”)，得分越高表明风险感知越高。调查对象的要求为在广州市内居住超过3个月，能理解问卷内容，无重大疾病，无心理疾病，无视觉障碍。问卷调查工作于2021年11月至2023年5月进行，排除相关信息不完整及不符合要求的样本，最终回收有效问卷206份。

### 2.2.3 数据分析

运用SPSS软件对调查数据进行统计分析，并利用QGIS 3.24.0软件实现公共健康传染病风险感知的空间分布可视化分析。基于此，进一步运用皮尔逊(Pearson)相关系数分析法探讨风险感知得分与环境要素之间的相关性。

## 3 公共健康传染病风险感知结果分析

### 3.1 风险感知的空间分布

基于问卷调查获取公共健康传染病风险感知得分数据，并通过SPSS软件对其进行克朗巴哈信度分析，得到的信度系数为0.996，大于0.8，说明研究数据信度质量可靠。风险感知评分统计分析结果显示(表1)，海珠广场范围内易染性评价的得分区间为[0.315, 0.882]，可控性评价的得分集中在[0.323, 0.884]，恐慌性评价的得分区间为[0.318, 0.885]；易染性、可控性、恐慌性评价得分的标准差分别为0.133、0.129、0.130，表明公众对易染性和恐慌性评价的主观差异性稍大于可控性。

根据公共健康风险感知得分数据，利用QGIS 3.24.0软件绘制风险感知空间分布图(图4)，对海珠广场的风险感知情况进行可视化分析。从总体上看，3种风险感知的空间分

表1 风险感知得分描述性统计

评价指标	最小值	最大值	平均值	标准差	中位数
易染性	0.315	0.882	0.666	0.133	0.706
可控性	0.323	0.884	0.535	0.129	0.501
恐慌性	0.318	0.885	0.665	0.130	0.699

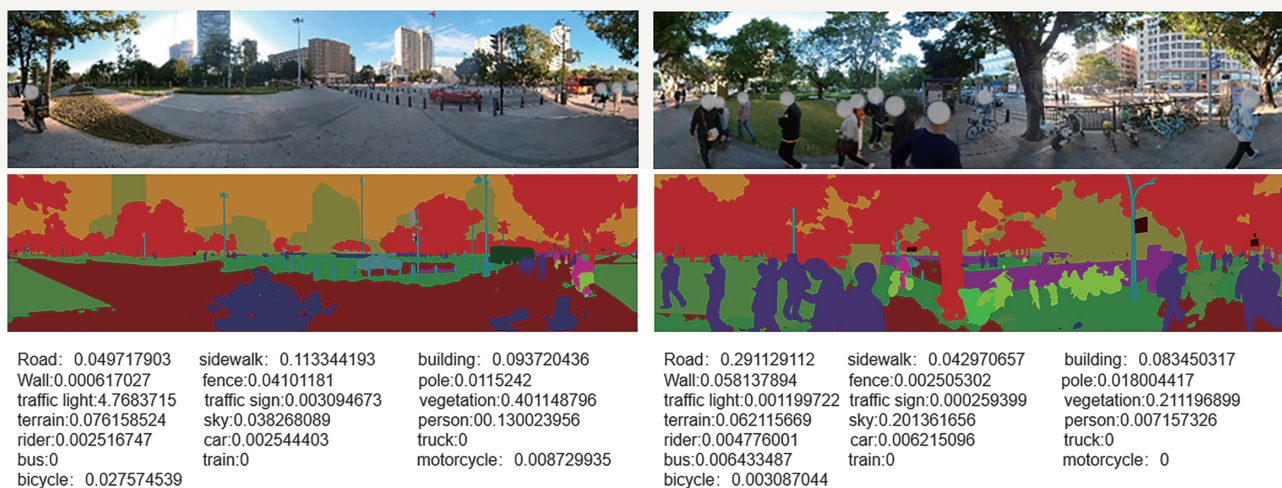


图3 图像语义分割识别结果示例

布存在差异,其中易染性和恐慌性的分布差异较小,可控性和其他风险感知的分布差异稍大。易染性和恐慌性的高值主要集中在海珠广场的重要社交活动区域和人流集散区域,包括广场入口、休憩亭廊以及桥底空间;相比之下,可控性的高值则主要分布在场内的高质量绿色空间。

综上,海珠广场的社交活动空间和人流集散空间容易引发易染性和恐慌性消极风险感知,高质量绿色空间则更易产生更强烈的可控性积极风险感知。这与以往关于公共空间与新冠病毒感染病例关系的研究结论<sup>[20]</sup>是一致的。社交活动空间会增加人群聚集的可能性,进而出现较高的感染风险<sup>[21]</sup>。人口密度较低以及绿化景观较为丰富的空间可以减少飞沫的传播以及与感染者接触的概率<sup>[20]</sup>,从而降低感染风险感知。此外,这也可能与人们对自然景观的偏好有关,相关研究表明绿色空间有利于舒缓身心压力<sup>[22]</sup>,进而减少焦虑、恐慌等消极感知的产生。

因此,在海珠广场的更新改造

中,可以重点关注社交活动空间、人流集散空间和绿色空间,在保障公众日常使用需求的基础上兼顾其公共健康效应。

### 3.2 影响风险感知的环境要素

为了进一步探究影响海珠广场公共健康传染病风险感知的关键要素,本研究采用皮尔逊相关性分析方法对风险感知和环境要素关系进行验证。基于语义分割结果,对环境要素进行共线性诊断,其中植被因子的方差膨胀系数(VIF)为11.173,大于10,予以剔除,最终选取18个环境要素进行相关性分析。结果表明(表2),公共健康传染病风险感知与道路、人行道、建筑物、栅栏、地形和人6种环境要素之间呈现显著相关性。其中,道路、人行道、建筑物、栅栏和人5种环境要素与易染性和恐慌性风险感知呈显著正相关,但与可控性风险感知呈显著负相关,即道路可步行性越高、硬质景观和人占比越高的环境,公众对公共健康传染病的消极风险感知越强烈。可控性风险感知与地形要素呈显著正相关,即地形越丰富,公众感知到

的公共健康传染病风险越弱。从影响程度上看,地形和人要素对风险感知的影响远大于其他环境因子。

地形越丰富,易染性和恐慌性感知越弱,可控性感知越强,这可能是因为丰富的微地形有利于营造多样的景观空间类型,形成自然屏障,进而减少人群聚集和降低感染风险;且景观地形设计往往离不开植被要素,二者相辅相成,从而营造高品质的绿色空间。已有研究表明,以植物景观为主的绿色空间有利于减轻压力、缓解消极情绪感知和恢复注意力<sup>[23-24]</sup>,吸收空气污染物并减少可能削弱免疫系统功能的细菌<sup>[25-26]</sup>,从而促进人们的身心健康。此外,道路、人行道等硬质铺装占比越高,易染性和恐慌性感知越高,可控性低,其原因可能是开阔的道路和人行道使得场地可步行性越高,容易造成人群聚集。一项关于建成环境特征与新冠病毒感染病例之间关系的研究证实,道路的存在可能会增大冠状病毒的传播概率<sup>[27]</sup>,从而引发较强的风险感知。建筑和栅栏的视觉占比越高,公众越容易产生消

海珠广场公共健康风险感知的空间分布

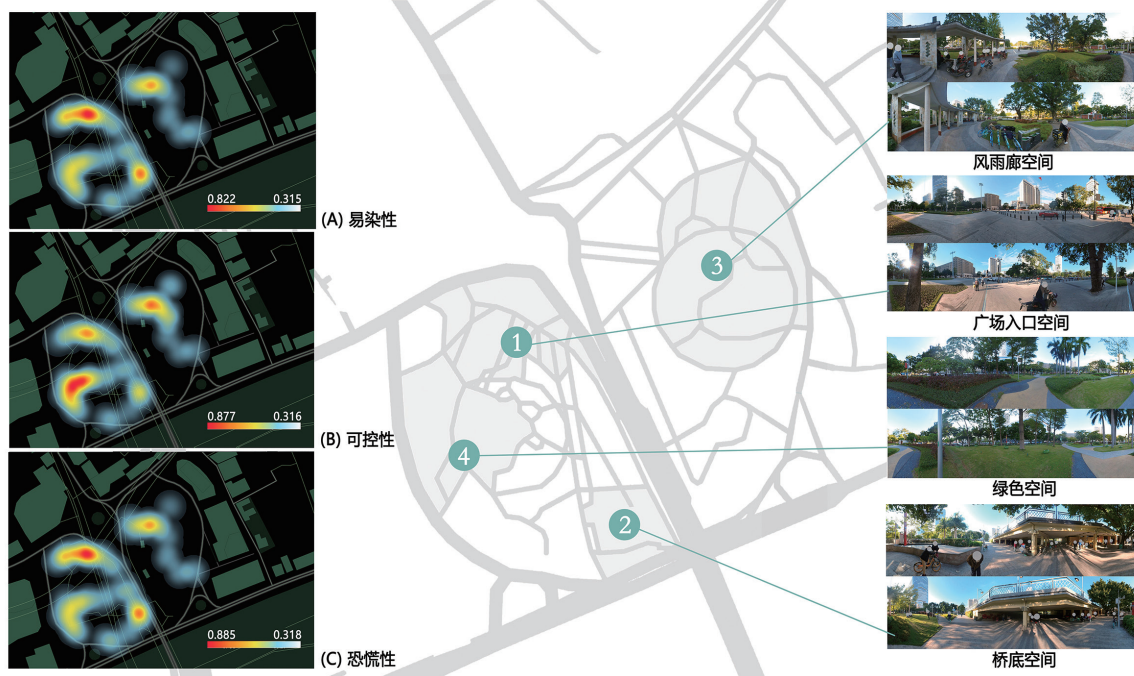


图4 海珠广场公共健康风险感知空间分布



表2 风险感知与环境要素相关性  
分析结果

环境要素	易染性	可控性	恐慌性
道路	0.455**	-0.459**	0.457**
人行道	0.411**	-0.410**	0.417**
建筑物	0.467**	-0.458**	0.473**
墙	0.239	-0.242	0.228
栅栏	0.347**	-0.349**	0.340*
杆子	0.106	-0.109	0.113
地形	-0.860**	0.864**	-0.862**
天空	-0.183	0.187	-0.199
骑行者	0.156	-0.162	0.151
人	0.572**	-0.572**	0.579**
红绿灯	0.208	-0.206	0.212
交通标识	0.240	-0.232	0.242
小汽车	0.187	-0.182	0.186
卡车	0.188	-0.185	0.184
公共汽车	0.222	-0.222	0.214
火车	0.089	-0.086	0.093
摩托车	0.206	-0.202	0.198
自行车	0.215	-0.221	0.215

注：\*表示在0.05（双侧）水平上显著相关，\*\*表示在0.01（双侧）水平上显著相关。

极的风险感知，并且认为传染病疫情难以得到控制，可能是因为高密度的建筑环境容易造成通风不畅等问题，进而增加病毒传染风险，诱发焦虑、压抑等消极情绪并增加心理压力<sup>[28]</sup>。同时，过度使用栅栏等硬质景观要素来围合空间，可能造成强烈的视觉封闭感<sup>[29-30]</sup>，从而产生消极的感知。

因此，在海珠广场的社交活动空间、人流集散空间和绿色空间更新改造中，可以重点关注微地形、人流量、道路硬质铺装和垂直景观要素的规划设计，改善场地景观品质，提升公众感知安全性，并充分调动公众的户外活动积极性，进而促进身心健康。

#### 4 城市广场更新改造策略

综上，根据海珠广场公共健康风险感知与环境特征之间的关系，本研究从绿色空间品质、空间布局和人流量控制3个方面提出相应的城市广场更新改造策略。

1) 提升绿色空间品质，构建疗愈性户外环境。首先，合理规划垂直景观要素，尽量控制或减少使用栅栏、围墙等硬质景观，保证绿色空间的视觉舒适度，为公众提供更多亲近自然的机会，从而缓解因疫情而产生的焦虑、紧张等消极情绪。其次，在传统种植理念基础上，可尝试引入以自然营造和主动干预为主的新自然主义生态种植方式<sup>[31]</sup>，充分发挥城市户外公共空间的疗愈功能。在此过程中应注重拟自然景观的营造，强调草本植物的拟自然化群落式种植，并根据植物生长特性实现竖向景观变化，以此替代硬质垂直要素，打造自然隔离屏障。此外，还可以利用植物要素刺激公众的视觉、嗅觉等感官体验，进一步触发人体的生理和心理疗愈机制，如种植芳香植物、开花植物、药用植物等。芳香植物的挥发性有机化合物有助于对空气进行净化和消毒，从而改善环境中的生态因子，间接促进人的身心健康，降低病毒传播风险，如薰衣草*Lavandula angustifolia*、薄荷*Mentha canadensis*、芳香万寿菊*Tagetes lemmonii*、柠檬草*Cymbopogon citratus*等。不同色系的开花植物则可通过视觉刺激引发生理指标变化，进而发挥疗愈作用，如蓝色、白色等冷色系的植物群落有利于舒缓镇静、放松身心<sup>[32]</sup>。而在药用植物方面，可结合气候变化选择射干*Iris domestica*、广藿香*Pogostemon cablin*、蛇床*Cnidium monnieri*等。

2) 优化空间布局，营造弹性化的城市广场空间。城市广场的空间布局首先应保证公众日常的社交聚集等各类活动需求，同时满足疫情隔离防控背景下人们的户外活动需要，为

公众提供灵活多样的公共空间。在原有空间布局基础上，增设微地形以保持适当的空间围合度及开阔度，如草坡、台阶草坪等，从而改善竖向景观效果，减少人群视线接触，进一步降低消极的风险感知。对于广场中的重要社交活动空间，则通过可移动景墙、种植池、座椅等模块化景观装置进行灵活的空间划分，以应对特殊防疫时期的户外公共空间开放共享需求。此外，在开放草坪、大面积的硬质广场和道路线性空间等易造成人流聚集的区域，可以使用颜色鲜艳的地面标志来标记安全社交距离，以提高人们的风险意识，减少或禁止聚集和拥挤，降低感染风险。

3) 优化人流量管理，发挥城市广场公共健康效应。首先，在广场空间的日常管理中，可通过禁止非机动车通行或划定行驶专用道和停车区域等方式，实现场地的人车分流，减少非必要的人流聚集。同时，对于人流较大的公共空间，可以采取分时段管理措施，在高峰时段进行人流控制，或在公共空间内设置导流标识、指示牌和地面标记，引导人们按照特定的路线行进，分散人流，避免拥堵和集中。此外，信息技术和人工智能等科技的发展，为创建更加智能、高质量的城市景观环境奠定了基础。在城市广场等公共空间的更新改造中，还可以引入人流量监控管理系统等数字化技术，以便高效监测和缓解疫情期间的公共空间人流压力，保障人们在特殊时期的户外活动安全，充分发挥城市广场的作用。

#### 5 结语

城市广场作为突发公共卫生事件大规模爆发期间居民重要的公共活动空间之一，其环境要素与使用者的风险感知以及城市公共健康风险管理密切相关。在全球公共卫生事件频发的时代背景下，如何通过城市广场等公共空间微更新方式应对公共健康风

险,鼓励公众走向户外,回归正常生活,以及营造健康人居环境,是亟待解决的问题。本文以公共健康风险感知作为切入点,并将其引入环境要素的风险感知影响评估和城市广场更新设计中,为营造既满足公众日常活动需求,又能有效应对突发公共卫生事件的城市公共空间提供新的更新设计思路。然而,本研究仍存在一定局限性。由于风险感知得分是通过主观评估方式所获取的,可能会存在性别、职业等人口统计学特征造成的个体偏差。因此,在未来的研究中可结合生理测量等客观评估手段进一步探讨。

注:图片由作者自绘

#### 参考文献:

- [1] 谢晓非, 徐联仓. 风险认知研究概况及理论框架[J]. 心理动态, 1995 (2): 17-22.
- [2] RENNER B, SCHUPP H, VOLLMANN M, et al. Risk perception, risk communication and health behavior change - Health psychology at the University of Konstanz[J]. Zeitschrift für Gesundheitspsychologie, 2008, 16 (3): 150-153.
- [3] 黄蕾, 何若莹, 毕军. 健康风险感知研究进展[J]. 环境卫生学杂志, 2018, 8 (3): 226-231.
- [4] MCDANIELS T, AXELROD L J, SLOVIC P. Characterizing perception of ecological risk[J]. Risk analysis, 1995, 15 (5): 575-588.
- [5] JING F, LIU L, ZHOU S, et al. Assessing the Impact of Street-View Greenery on Fear of Neighborhood Crime in Guangzhou, China[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18 (1): 311.
- [6] KWON J, CHO G. An examination of the intersection environment associated with perceived crash risk among school-aged children: using street-level imagery and computer vision[J]. Accident Analysis & Prevention, 2020, 146: 105716.
- [7] 王元元. 基于环境设计预防犯罪的校园环境建设研究[J]. 黑河学院学报, 2019, 10 (6): 84-85.
- [8] 张宇, 华乃斯. 环境设计预防犯罪相关理论在日本的建筑设计发展实践[J]. 建筑学报, 2020 (S1): 134-140.
- [9] HUANG J, KWAN M, KAN Z, et al. Investigating the Relationship between the Built Environment and Relative Risk of COVID-19 in Hong Kong[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2020, 9 (11): 624.
- [10] KIM Y, KANG S. Perceived Crowding and Risk Perception According to Leisure Activity Type during COVID-19 Using Spatial Proximity[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18 (2): 457.
- [11] OZBILEN B, AKAR G. Designing pandemic resilient cities: Exploring the impacts of the built environment on infection risk perception and subjective well-being[J]. Travel Behaviour & Society, 2022, 30: 105-117.
- [12] CHUK LING LAI J, TAO J. Perception of environmental hazards in Hong Kong Chinese[J]. Risk Analysis, 2003, 23 (4): 669-684.
- [13] LI J, JIN Y, LU S, et al. Building environment information and human perceptual feedback collected through a combined virtual reality (VR) and electroencephalogram (EEG) method[J]. Energy and Buildings, 2020, 224: 110259.
- [14] KWON J, CHO G. An examination of the intersection environment associated with perceived crash risk among school-aged children: using street-level imagery and computer vision[J]. Accident Analysis & Prevention, 2020, 146: 105716.
- [15] WANG R, YUAN Y, LIU Y, et al. Using street view data and machine learning to assess how perception of neighborhood safety influences urban residents' mental health[J]. Health & Place, 2019, 59: 102186.
- [16] HE H, LIN X, YANG Y, et al. Association of street greenery and physical activity in older adults: A novel study using pedestrian-centered photographs[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 55: 126789.
- [17] YU X, QI W. Measuring vegetation greenery in park using iPhone panoramic image and a new green vegetation extraction index[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2021, 65: 127310.
- [18] CORDTS M, OMRAN M, RAMOS S, et al. The Cityscapes Dataset for Semantic Urban Scene Understanding[C]//Proceedings of 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Las Vegas: IEEE, 2016: 3213-3223.
- [19] ZHAO H, SHI J, QI X, et al. Pyramid Scene Parsing Network[C]//Proceedings of 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Honolulu: IEEE, 2017: 6230-6239.
- [20] JOHNSON T F, HORDLEY L A, GREENWELL M P, et al. Associations between COVID-19 transmission rates, park use, and landscape structure[J]. Science of The Total Environment, 2021, 789: 148123.
- [21] GATTO M, BERTUZZO E, MARI L, et al. Spread and dynamics of the COVID-19 epidemic in Italy: Effects of emergency containment measures[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2020, 117 (19): 10484-10491.
- [22] 朱晓玥, 金凯, 余洋. 基于实景图片的恢复性环境空间类型及特征研究[J]. 西部人居环境学刊, 2020, 35 (4): 25-33.
- [23] JIANG B, CHANG C, SULLIVAN W C. A dose of nature: Tree cover, stress reduction, and gender differences[J]. Landscape and Urban Planning, 2014, 132: 26-36.
- [24] LIU Y, WANG R, GREKOUSIS G, et al. Neighbourhood greenness and mental wellbeing in Guangzhou, China: What are the pathways?[J]. Landscape and Urban Planning, 2019, 190: 103602.
- [25] VASQUEZ-APESTEGUI B V, PARRAS-GARRIDO E, TAPIA V, et al. Association between air pollution in Lima and the high incidence of COVID-19: findings from a post hoc analysis[J]. BMC Public Health, 2021, 21 (1): 1161.
- [26] ZHU Y, XIE J, HUANG F, et al. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China[J]. Science of The Total Environment, 2020, 727: 138704.
- [27] NGUYEN Q C, HUANG Y, KUMAR A, et al. Using 164 Million Google Street View Images to Derive Built Environment Predictors of COVID-19 Cases[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020: 17 (17): 6359.
- [28] HUANG Q, YANG M, JANE H, et al. Trees, grass, or concrete? The effects of different types of environments on stress reduction[J]. Landscape and Urban Planning, 2020, 193: 103654.
- [29] WANG R, LU Y, ZHANG J, et al. The relationship between visual enclosure for neighbourhood street walkability and elders' mental health in China: Using street view images[J]. Journal of Transport & Health, 2019, 13: 90-102.
- [30] ZHANG J, HENG C K, MALONE-LEE L C, et al. Evaluating environmental implications of density: A comparative case study on the relationship between density, urban block typology and sky exposure[J]. Automation in Construction, 2012, 22: 90-101.
- [31] 朱玲, 王睿. 健康城市背景下的新自然主义生态种植疗愈功能框架研究[J]. 西部人居环境学刊, 2021, 36 (2): 29-35.
- [32] 张喆, 郑光发, 王成, 等. 多尺度植物色彩表征及其与人体响应的关系[J]. 生态学报, 2017, 37 (15): 5070-5079.

#### 作者简介:

张尚坤/1984年生/男/广东河源人/华南农业大学林学与风景园林学院(广州 510642)/在读硕士研究生/专业方向为风景园林规划设计、森林公园管理

林晓玲/1996年生/女/广东揭阳人/华南农业大学林学与风景园林学院(广州 510642)/在读硕士研究生/专业方向为健康景观、风景园林规划设计

(\*通信作者) 陈崇贤/1984年生/男/福建福州人/博士/华南农业大学林学与风景园林学院(广州 510642)/副教授, 博士生导师/研究方向为健康景观、风景园林规划设计与理论/E-mail:597947853@qq.com